

H12/B03 ナノ構造磁性体の形成と機能に関する研究 (共同プロジェクト研究)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	9
ページ	167-169
発行年	2003-07
URL	http://hdl.handle.net/10097/30360

課題番号 H12/B03

ナノ構造磁性体の形成と機能に関する研究

[1] 組織

代表者：荒井 賢一

(東北大学電気通信研究所)

責任者：井上 光輝

(豊橋技術科学大学電気・電子工学系)

分担者：

山口正洋 (東北大学電気通信研究所)

石山和志 (東北大学電気通信研究所)

島田 寛 (東北大学科学計測研究所)

北上 修 (東北大学科学計測研究所)

岡本 聡 (東北大学科学計測研究所)

武野幸雄 (東北大学科学計測研究所)

高梨弘毅 (東北大学金属材料研究所)

三谷誠司 (東北大学金属材料研究所)

石井 清 (宇都宮大学工学部)

山口一弘 (茨城高専電子情報工学科)

田中雅明 (東京大学大学院)

阿部正紀 (東京工業大学工学部)

北本仁孝 (東京工業大学工学部)

佐藤勝昭 (東京農工大学工学部)

竹村泰司 (横浜国立大学工学部)

岩田 聡 (名古屋大学工学部)

藤井壽崇 (愛知工科大学工学部)

鈴木孝雄 (豊田工業大学大学院)

森迫昭光 (信州大学工学部)

辻本浩章 (大阪市立大学工学部)

本多茂男 (島根大学工学部)

山崎二郎 (九州工業大学工学部)

竹澤昌晃 (九州工業大学工学部)

加島 篤 (北九州高専電気工学科)

八木正明 (崇城大学エネルギーエレクトロニクス研究所)

福永博俊 (長崎大学工学部)

中野正基 (長崎大学工学部)

山城康正 (琉球大学工学部)

伊崎昌伸 (大阪市立工業研究所)

梅澤浩光 (FDK(株)基礎研究部)

あるいは磁性ドットなどのように、ナノ構造を導入した磁性体は連続体構造磁性体では発現しない新たな磁気的性質を示すことから、新しい機能性磁気デバイスを実現する構成媒体として高い魅力を備えている。例えばグラニューラ磁性薄膜では、軟磁性・高抵抗・高磁気異方性の共存、大きなトンネル磁気抵抗効果、量子サイズ効果、磁気光学効果の増大、あるいは保磁力の増大現象などが報告されている。また磁性フォトリック結晶では極めて大きな磁気光学効果やフォトリックバンドギャップ形成に伴う新規の磁気光学効果などが報告されている。しかしこれらナノ構造磁性体のユニークな磁気特性発現機構の解明は未だ十分に行われておらず、高性能なナノ構造磁性体を得る条件は未だ混沌とした状態にある。またこのようなナノスケール磁性体を形成する手法として、従来の微細加工技術や自己組織化的形成技術が用いられているが、スループットが高くかつ精度のよい形成手法確立も重要な問題として残されている。本プロジェクト研究会では、ナノ構造磁性体を示すユニークな磁気特性の起源解明を目的として、磁気デバイスキャリアとして重要なナノ構造磁性体の電気伝導特性や光伝搬特性、さらにはダイナミックな磁気現象を、電子スピンに立脚した磁性物理的立場から総合的に探求することを目的とする。また併せて、数nmから数百nmスケールの規則(不規則)構造を有するナノ構造磁性体を精度よく形成する手法の確立を目指す。

本年度は、日本学術振興会日韓共同研究ならびに電気学会マグネティックス技術委員会「ナノスケール磁性構造体」調査専門委員会との連携により当該プロジェクトを推進した。表1に、本プロジェクト研究会と日本学術振興会日韓共同研究との合同で開催した研究会(2003.1.14)の発表論文のリストを示す。また、電気学会マグネティックス研究会との共同して開催した研究会(2003.1.15-16)では、本プロジェクト研究会が調査研究対象とするナノ構造磁性体に関係するものとして、表2に示す発表があり、詳細な技術討議を行った。

また、これらの研究会での調査研究とは別に、東北大学電気通信研究所の施設を利用したナノスケール磁性体に関する研究と研究討議を行った。

研究費：校費 5万円 旅費 99万6千円

[2] 研究経過

グラニューラ磁性薄膜や磁性フォトリック結晶

共同プロジェクト研究

これらをまとめて表3に示す。

表1 本プロジェクト研究・JSPS日韓共同
研究合同研究会発表論文

題 目	著 者
STM study of atomic diffusion on Au(111) surface	J. Y. Kim, H. Uchida, K. Yoshida, H. J. Kim, K. Nishimura and M. Inoue (Toyohashi Univ. Tech.)
Magneto-optic spatial light modulators	J. H. Park*, J. K. Cho**, H. Uchida, K. Nishimura and M. Inoue*,*** (*Toyohashi Univ. Tech., **Gyeongsang Natl' Univ., ***JST- CREST)
On the fabrication of magnetostrictive composites	S. H. Lim (KIST)
Soft magnetic properties of Fe-X-N nanocrystalline thin films	J. Kim, I. Kim, H. J. Jeon, and S. K. Han (Hanyang Univ.)
Magnetic garnet films for thermal pixellation	J. K. Cho (Gyeongsang Natl' Univ.)
Micro-magnetic sensors using amorphous materials	G. S. Gong* and K. H. Shin** (*Dong-A Univ., **Kyungshung Univ.)
Microwave absorber used for mobile tele-communication frequency band	S. S. Kim (Chungbuk Univ.)
Trial application of spin-sprayed ferrite films for RF nose suppressors over an on- wafer coplanar transmission line	K. H. Kim*, M. Yamaguchi*, K. I. Arai:*, N. Matsushita** and M. Abe** (*Tohoku Univ., **Tokyo Inst. Tech.)

表2 電気学会マグネティックス研究会と共同
で開催した研究会での発表論文

題 目	著 者
磁界誘導電気分極する強磁性ナノ酸化物薄膜ー新しいME材料の可能性についてー	藤井壽崇 (愛知工科大), 加島 篤 (北九州高専), 井上光輝 (豊橋技科大)
L10-FePt系合金薄膜の低温形成	高橋一磨, 内田裕久, 西村一寛, 井上光輝 (豊橋技科大)
C-axis oriented Ba-ferrite thin films with small grain	N. N. Shams, M. Matsumoto, and A. Morisako (信州大)
鉄添加酸化亜鉛膜の加熱相変態と磁氣的性質の変化	伊崎昌伸, 瀧野敦史 (大阪市立工研), 藤田直幸 (大阪府立高専) 田坂明政 (同志社大), 松村安行 (地球環境産業技術研究機構)

3次元磁性フォトリック結晶の形成	阿武和男, 内田裕久, 西村一寛, 井上光輝 (豊橋技科大)
ナノスケール磁性構造体の非線型光学・磁気光学特性	吉田孝志 (豊橋技科大) T. V. Dolgova, R. V. Kapra, T. V. Murzina, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov (Moscow State Univ.) 内田裕久, 西村一寛, 井上光輝 (豊橋技科大)
GaAs:MnAsグラニューラ構造の磁気光学効果と光照射の影響	小川智之 (JST-PRESTO), 田中雅明 (東大)
グラニューラトンネル型GMR薄膜におけるマトリックス酸化物の比誘電率および強磁性体の粒径の影響について	武野幸雄, 島田 寛 (東北大)
Fe系ナノ結晶薄帯に誘導したクリープ異方性の低温熱暴露による異方性の安定化	柳井武志, 山崎成司, 高橋賢一郎, 中野正基, 福永博俊 (長崎大)
Fe-Zr-TM-B-C(TM=Nb or Mn)ナノ結晶合金における磁気特性	上野剛士, 山本健一, 山城康正 (琉球大)
無方向電磁鋼板の磁気特性におよぼす形状と加工の影響	阿部憲人, 新井 聡 (新日鉄)
微細磁性体の磁区と磁化過程	竹澤昌晃, 森 智礼, 山崎二郎 (九州工大)
ナノグラニューラ磁性薄膜の電磁波抑制効果	名倉秀明, 大沼繁弘, 増本 健 (電磁研)
マグネティックトンネルトランジスタにおける出力電流の磁界依存性	廣瀬貴一, 藤原裕司 (三重大), 神保睦子 (大同工大), 小林 正, 増田守男 (三重大)

表3 その他の共同研究

年月日	内 容	研究者
2002 5.24-26	FeRh系薄膜の磁気特性評価	栢修一郎 (岐阜大)
2002 6.25	ナノ構造磁性体評価法に関する調査	井上光輝 (豊橋技科大)
2002 6.25-26	室温フェライトめっき法を利用した磁気マイクロマシン技術に関する調査	西村一寛 (豊橋技科大)

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、昨年度から引き続き、ナノスケール磁性体の機能の観点から共同プロジェクト研究を実施した。具体的には、絶縁体マトリックス中に金属磁性超微粒子が分散したグラニュー構造磁性体や、透光性磁性体を用いた磁性フォトニック結晶、あるいは金属多層膜や磁性半導体、磁性超微粒子である。本年度は特に、これらのナノ構造磁性体で、昨年度からチャレンジされていた非線形磁気光学特性が解明され、後述する学術論文として掲載された。また、JSPS日韓共同研究事業を通じて、本プロジェクト研究との連携でこの分野における日本・韓国双方の研究者による国際共同研究会が実施され、当該分野における更なる連携強化を図ることができた。

(3-2) 波及効果と発展性

ナノスケール磁性体に関する研究は、既に応用のステージに入っている研究領域もある。例えば、磁気記録におけるパターンドメディアや、磁性フォトニック結晶を用いた空間光変調デバイスなどがある。本年度はこれらの研究成果に関する報告もあり、今後の展開が楽しみな分野である。次年度は新たな研究会として、ナノ磁性体の応用の観点からも調査研究を推進する予定である。

[4] 成果資料

- (1) Morisakoa, T. Naka, K. Ito, A. Takizawa, M. Matsumoto, Yang-Ki Hong, *Properties of Ba-ferrite/AlN doublelayered films for perpendicular magnetic recording media*, J. Magn. Magn. Mater., vol.242-245, pp.304-310, (2002).
- (2) H. Shimizu and M. Tanaka, *Design of semiconductor-waveguide-type optical isolators using the non-reciprocal loss/gain in the magneto-optical waveguides having MnAs nanoclusters*, Appl. Phys. Lett. vol.81, pp.5246-5248 (2002).
- (3) H. Shimizu and M. Tanaka, *Blueshift of magneto-optical spectra and ferromagnetic ordering in (GaMn)As/AlAs ultrathin (<5nm) heterostructures*, J. Appl. Phys. vol.91, pp.7487-7489 (2002).
- (4) A. Kajima, R. Nakayama, T. Fujii, M. Inoue, *Variation of dielectric permeability by applying magnetic field in nano-composite $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ sputtered films*, J. Magn. Magn. Mater., vol.258-259, pp.597-599 (2003).
- (5) H. Fukunaga, H. Tanaka, T. Yanai, M. Nakano, K. Takahashi, Y. Yoshizawa, *High performance nanostructured cores for choke coils prepared by using creep-induced anisotropy*, J. Magn. Magn. Mater., vol.242-245, pp.279-281 (2002).
- (6) T. Yanai, H. Tanaka, K. Takahashi, M. Nakano, H. Fukunaga, *Advancement in fabrication process of Fe-Cu-Nb-Si-B thin sheets with creep-induced anisotropy for choke cores*, J. Magn. Magn. Mater., vol.242-245, pp.276-278 (2002).
- (7) A. A. Fedyanin, T. Yoshida, K. Nishimura, G. Marowsky, M. Inoue and O. A. Aktsipetrov, *Nonlinear magneto-optical Kerr effect in gyrotropic photonic band gap structures: magneto-photonic microcavities*, J. Magn. Magn. Mater., vol.258-259, pp.96-98 (2003).
- (8) H. Uchida, S. Watanabe, H. Kuramochi, J. Y. Kim, K. Nishimura, M. Inoue, and M. Aono, *Adsorbed Si on the Si(111)-(7x7) surface studied by scanning tunneling microscopic and molecular-orbital approaches: Stationary and diffusing Si adsorbates*, Phys. Rev. B, vol.66, pp.161316-1 - 161316-4 (2002).
- (9) A.A. Fedyanin, T. Yoshida, K. Nishimura, G. Marowsky, M. Inoue, and O. A. Aktsipetrov, *Magnetization-induced second-harmonic generation in magnetophotonic microcavities based on ferrite garnets*, J. Experimental and Theoretical Phys. Lett., vol.76, pp.527-531 (2002).
- (10) J.H.Park, D.H.Lee, JK Cho, K. Nishimura, and M. Inoue, *Effects of groove depth and patterned permalloy film on magnetization switching of LPE-garnet pixels for use in magneto-optic spatial light modulators*, J. Appl. Phys., vol.91, No. 10, pp.7014-7016 (2002).
- (11) J. H. Park, J. K. Cho, K. Nishimura, and M. Inoue, *New Drive Line Shape for Reflective Magneto-optic Spatial Light Modulator*, Jpn. J. Appl. Phys., vol.41, Part 1, No.4B, pp.2548-2551 (2002).